



Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement  
International Institute for Water and Environmental Engineering

Groupe  
EIER-ETSHER



**FORMATION POST-UNIVERSITAIRE DE SPECIALISATION EN EAU POUR  
L'AGRICULTURE ET L'APPROVISIONNEMENT DES COMMUNAUTES (E.A.C)**

**OPTION : AMENAGEMENTS HYDRO-AGRIQUES (A.H)**

**Année académique : 2005-2006**

**Rapport de Stage de fin de formation  
En vue de l'obtention d'un DESS**

**THEME :**

**DRAINAGE DES EAUX SUPERFICIELLES DE DEUX  
PERIMETRES IRRIGUES DE BANDA CST (TCHAD) :  
DIAGNOSTIC DU RESEAU EXISTANT ET PROPOSITION  
DES CONDITIONS D'AMELIORATION**

Présenté par :

**BEYANA Ndintamadji**

Encadreur :

**ABDELAZIZ Salam**  
Chef de Service Aménagement et Irrigation

## *Dédicace*

Au nom de Dieu, le miséricordieux qui m'a donné la foi et la force de croire à tous ce que j'entreprends dans ce monde ici bas.

A feu mon père, précurseur de ma réussite, qui a été arraché très tôt à notre affection ;

A ma mère qui m'a donné la vie et qui a toujours été à mes côtés pendant les moments difficiles ;

A mes frères et sœurs pour leur soutien ;

A ma future épouse.

Je dédie ce mémoire.

## **REMERCIEMENTS**

J'exprime ma gratitude à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la formation de DESS. Tout particulièrement je tiens à remercier :

- L'ensemble des enseignants du groupe EIER-ETSHER de Ouagadougou pour la qualité de la formation reçue ;
- Le responsable de la formation ;
- Mon maître de stage ABDELAZIZ, chef de service gestion de l'eau et aménagement pour sa disponibilité ;
- L'ensemble du personnel de la CST ;
- Mes camarades promotionnaires de la formation ;
- Mes compatriotes étudiants à Ouagadougou.

Pour leur accueil chaleureux et leur hospitalité.

## **RESUME**

Le périmètre sucrier de la CST Banda a été depuis 1979 cultivé sous la canne à sucre. A travers la production du sucre, cette culture offre des devises importantes aux actionnaires qui sont l'état Tchadien et le groupe Jean Louis Vulgrain. Aussi le complexe agro industriel emploie et nourrit une partie non négligeable de la population de la zone. Dans son programme d'optimiser la production afin de minimiser le taux d'importation du sucre, le département de culture a commencé à mettre sur place de nouveau système d'irrigation, l'irrigation localisée ou goutte à goutte. En plus de cette innovation, la problématique des excès d'eau était posée. Pour palier à ce problème des inondations, un réseau de drainage fut conçu permettant d'évacuer pendant la saison des pluies les excès d'eau vers le fleuve Chari grâce aux drains des pistes centrales et secondaires et aux collecteurs. Mais le diagnostic a permis de comprendre que le réseau manque d'entretien faute de la disponibilité des moyens matériels aux moments opportuns. Aussi le réseau nécessite un renforcement par l'ajout de deux collecteurs et une protection des berges des collecteurs de grandes importances pour minimiser les travaux d'entretien très onéreux.

Mots clés : inondation, périmètre, réseau de drainage, entretien, collecteurs.

## SOMMAIRE

|  |  |
|--|--|
| Introduction Générale.....                                 |  |
| Première partie: Contexte général et cadre de l'étude..... |  |
| I.    Présentation de la zone d'étude.....                 |  |
| I.1. Situation géographique et administrative.....         |  |
| I.2. Le milieu physique.....                               |  |
| I.2.1. Le climat.....                                      |  |
| I.2.2. Les sols.....                                       |  |
| I.2.3. La végétation et la faune.....                      |  |
| I.2.4. Le régime hydrographique.....                       |  |
| I.3. Le milieu humain.....                                 |  |
| I.3.1 La population.....                                   |  |
| I.3.2. Les activités socio-économiques.....                |  |
| I.3.3. Les infrastructures.....                            |  |
| II. Problématique.....                                     |  |
| III. Objectifs de l'étude.....                             |  |
| IV. Approche méthodologique de l'étude.....                |  |
| IV.1. La recherche documentaire.....                       |  |
| IV.2. Les visites de terrain.....                          |  |
| IV.2.1. les études techniques de base.....                 |  |
| V. les moyens de l'étude.....                              |  |
| V.1. Moyens humains.....                                   |  |
| V.2. le matériel.....                                      |  |
| V.3. Les moyens de drainage à la CST.....                  |  |
| VI. Analyse et interprétation des résultats.....           |  |
| VII. Suggestions.....                                      |  |
| VII.1 Les limites de drainage à la CST.....                |  |
| VII.2. Les conditions d'amélioration du drainage.....      |  |
| Conclusion.....  |  |
| Bibliographie.....   |  |

## LISTE DES PHOTOS

Photo 1 : dispositif du système pivomatique en blocs

Photo 2 : stagnation des eaux dans les collecteurs du réseau de drainage.

Photo 3 : zone de jonction drain collecteur nécessitant une buse.

Photo 4 : collecteur recevant les eaux sauvages des champs voisins

## LISTES DES FIGURES

Figure 1 : plan parcellaire du périmètre sucrier et réseau de drainage.

Figure 2 : évolution de la pluviométrie journalière maximale.

Figure 3 : évolution de la pluviométrie mensuelle maximale.

Figure 4 : évolution du niveau du fleuve Chari.

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : caractéristiques du réseau d'irrigation à la CST Banda.

Tableau 2 : pluies journalières maximales de 1988 à 2006

Tableau 3 : paramètres statistiques calculés.

Tableau 4 : pluies mensuelles maximales de 1978 à 2006

Tableau 5 : inventaire des ouvrages du réseau et leurs caractéristiques.

## SIGLES ET ABREVIATIONS

GPS : Globale position system

MOA : main d'œuvre agricole

CST : compagnie sucrière du Tchad

GAG : goutte à goutte

CO<sub>2</sub> : dioxyde de carbone

H<sub>2</sub>O : eau

O<sub>2</sub> : oxygène

C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub> : glucose

## **INTRODUCTION GENERALE**

Depuis la mise en place du périmètre de Banda pour la production de la canne à sucre, un certain nombre de problèmes liés à la gestion de l'eau perturbe son fonctionnement. Parmi ces problèmes, on note la problématique des inondations des champs avec des conséquences désastreuses sur le rendement. Pour palier à ce problème, la CST a mis sur pied un réseau de drainage des eaux de pluie.

Ce réseau est constitué des drains des pistes centrales et secondaires, des drains de ceinture des pivots et des collecteurs qui évacuent les eaux excédentaires des parcelles vers le fleuve Chari. Mais force est de constater qu'avec les fortes pluviométries de ces dernières années et surtout celle de l'année en cours, les champs restent constamment inondés et, ceci au moment où les cannes tendent vers leur maturité. Cela a affecté négativement le calendrier des récoltes et partant la production alors même qu'on se serait attendu à un meilleur rendement avec la mise en place des réseaux de drainage.

Ce qui suppose à posteriori qu'il subsiste un certain nombre de problèmes ou difficultés liées au fonctionnement et/ou à l'usage du réseau de drainage mis en place pour minimiser les méfaits des innombrables inondations sur le rendement des périmètres considérés.

C'est pour répondre à la question que nous nous attèlerons tout au long de ce travail à diagnostiquer les insuffisances de fonctionnement du réseau de drainage pour mieux proposer des éléments d'amélioration afin de permettre à la compagnie sucrière de réaliser son rêve qui est celui d'atteindre 45.000 tonnes de sucre.

### **LES OBJECTIFS DE L'ETUDE**

L'objectif principal de cette étude est de déterminer les causes de l'inondation des périmètres de la CST et d'en proposer les conditions d'amélioration.

Dé façon spécifique, il s'agira de :

- faire l'inventaire des ouvrages du réseau de drainage ;
- faire un diagnostic du réseau de drainage existant;

Notre étude est structurée en deux grands points. Le premier point est consacré à la méthodologie et au contexte général d'étude. Le second fait un diagnostic du réseau de drainage existant et tente de proposer les conditions d'amélioration.

## **Ière PARTIE : APPROCHE METHODOLOGIQUE ET CONTEXTE GENERAL D'ETUDE**

### **I.1. APPROCHE METHODOLOGIQUE**

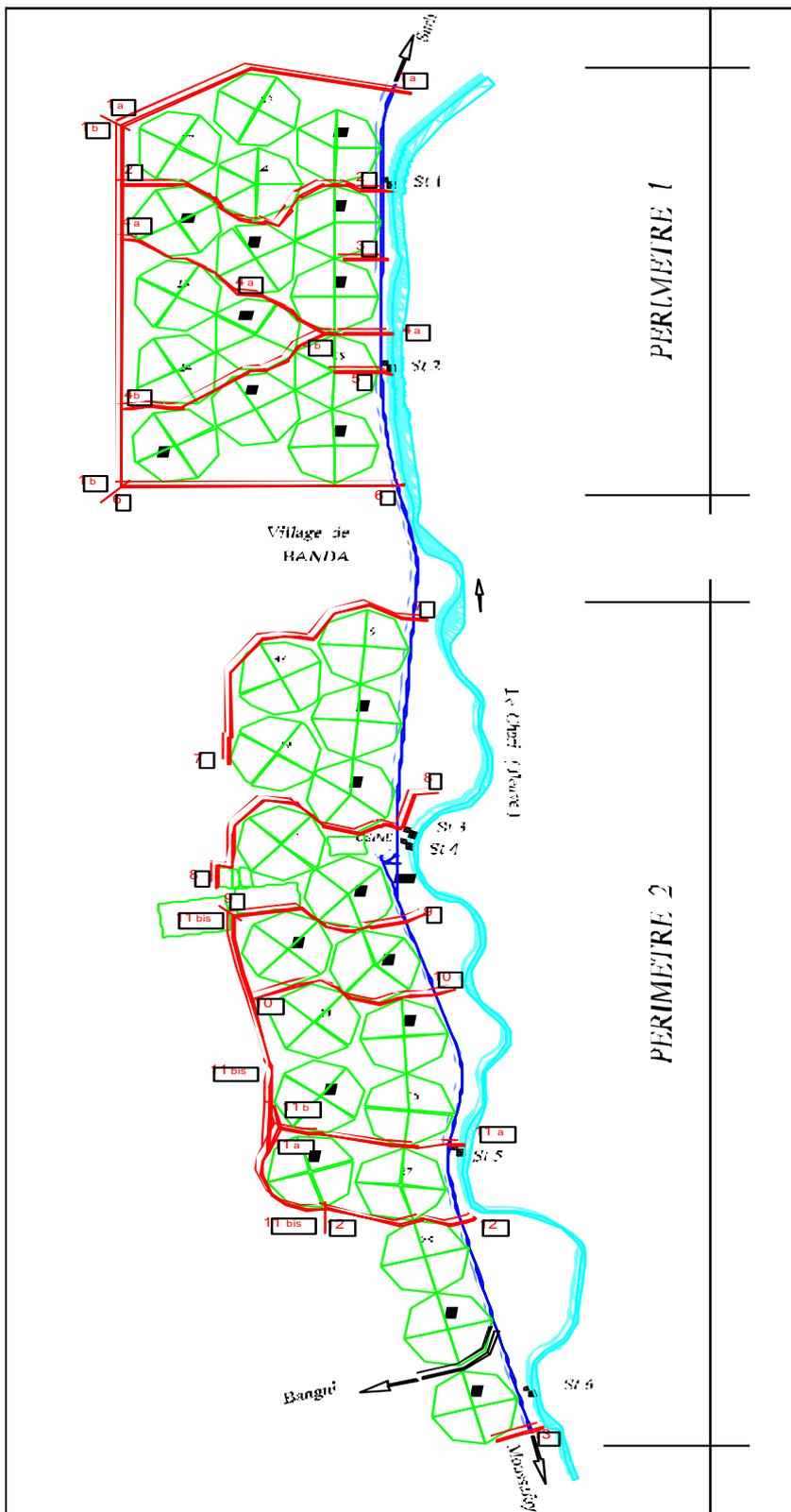
Pour atteindre les objectifs fixés par notre étude, nous avons opté pour la recherche documentaire et les visites de terrain.

La recherche documentaire a consisté à fouiller dans la bibliothèque de la CST mais aussi à rechercher des éléments d'information sur la mise en place, l'entretien et la gestion des réseaux de drainage sur internet.

Quant aux visites de terrain, elles nous ont permis de palper la réalité c'est-à-dire de parcourir l'ensemble du réseau existant, de discuter de leur fonctionnement avec les responsables en charge et d'apprécier à sa juste valeur l'ampleur des inondations au niveau des périmètres considérés.

Lors de ces visites on a constaté (comme indiqué sur la carte de la page suivante), que le réseau est structuré en différentes fosses réparties soit en périphérie, soit perpendiculairement par rapport aux berges du Chari. Les dimensions et les pentes des fosses sont très variables. On relèvera que les deux fosses situées en périphérie présentent les dimensions les plus importantes du fait essentiellement de leur localisation.

Figure 1 : plan parcellaire et réseau de drainage



## **I.2. CONTEXTE GENERAL D'ETUDE**

### **I.2.1. LA CST ET SES PERIMETRES**

Née en Avril 2000 de la privatisation de la SONASUT (Société Nationale Sucrière du Tchad), la CST (Compagnie Sucrière du Tchad) est un complexe agroalimentaire divisé en deux compartiments indépendants de gestion: Le complexe sucrier de Banda à Sarh au sud du pays et l'usine de Farcha à N'Djaména dans la capitale.

Le complexe sucrier de Banda produit du sucre en carreaux et en poudre et en pain à partir des cannes à sucre cultivées à proximité de l'usine sur une superficie 3600 hectares.

La compagnie est structurée en 6 départements parmi lesquels le département de culture. Ce dernier intervient dans la préparation de la canne à sucre en expérimentation jusqu'à son entrée à l'usine pour la production du sucre.

La CST, de façon générale, fait recours à la technique de culture par irrigation. Du système d'irrigation par aspersion pratiquée anciennement sur tous les périmètres, elle a opté ces dernières années à l'expérimentation du système d'irrigation localisée ou Goutte à Goutte (GAG).

En dehors de ces deux techniques, la CST fait aussi de l'irrigation à la raie pour les parcelles mises en pépinière. C'est donc environ 3600 ha qui sont exploités actuellement sur les 11000 ha, repartis en deux périmètres situés sur la rive gauche du fleuve Chari. Il y a en tous 30 pivots et 3 parcelles de GAG, plus 2 pépinières.

Un pivot fait sensiblement 106 ha et les deux pépinières faisant 100 ha. Chaque pivot est subdivisé généralement en 4 blocs et chaque bloc repartit en 6 carreaux. La zone actuellement exploitée s'étend sur 22 km de long et 4 km de large en bordure du fleuve chari.

Le périmètre I comprend 15 pivots et est alimenté par deux stations de pompage. La station I ou STI est dotée de 7 groupes motopompes et alimente 7 pivots. La station II ou STII quant à elle alimente 8 pivots et une parcelle de GAG pilote de 20 ha grâce à 8 groupes motopompe.

Le périmètre II comprend 15 pivots, 3 parcelles de GAG et une pépinière d'environ 100ha irriguée en système gravitaire. Ce périmètre est alimenté par 4 stations de pompage. La station III couvre 5 pivots et est dotée de 5 groupes motopompe ou GMP. La station IV couvre 4 pivots, la pépinière et une parcelle de GAG grâce à 6 groupes motopompe ou GMP.

La station V couvre 5 pivots et une parcelle de GAG. La station 6 enfin couvre 1 pivot et une parcelle de GAG. Il faut signaler que la compagnie s'est fixée comme objectifs la transformation du tiers des pivots en système GAG.

**Tableau I : caractéristiques du réseau d'irrigation à la CST**

| Stations de pompage | pivots                                    | Nombre de GMP | Nombre de barge |
|---------------------|---|---------------|-----------------|
| I                   | Pivots 1 à 7                              | 7 GMP         | 3               |
| II                  | Pivots 8 à 15                             | 8 GMP         | 3               |
| III                 | Pivots 16 à 19 + pivot 33                 | 5 GMP         | 3               |
| IV                  | Pivots 20, 22, 23, 24 + GAG 21+ pépinière | 6 GMP         | 2               |
| V                   | Pivots 25, 26, 28, 29, 30 + GAG 27        | 6 GMP         | 3               |
| VI                  | Pivot 32+ GAG 31                          | 2 GMP         | 1               |
| Total               | 30 pivots+ 3 GAG+pépinière                | 34            | 15              |

Sources: données recueillies auprès des responsables des périmètres

**Photo 1 : dispositif d'un pivot en quatre blocs A, B, C et D.**



Auteur : Beyana Ndintamadji

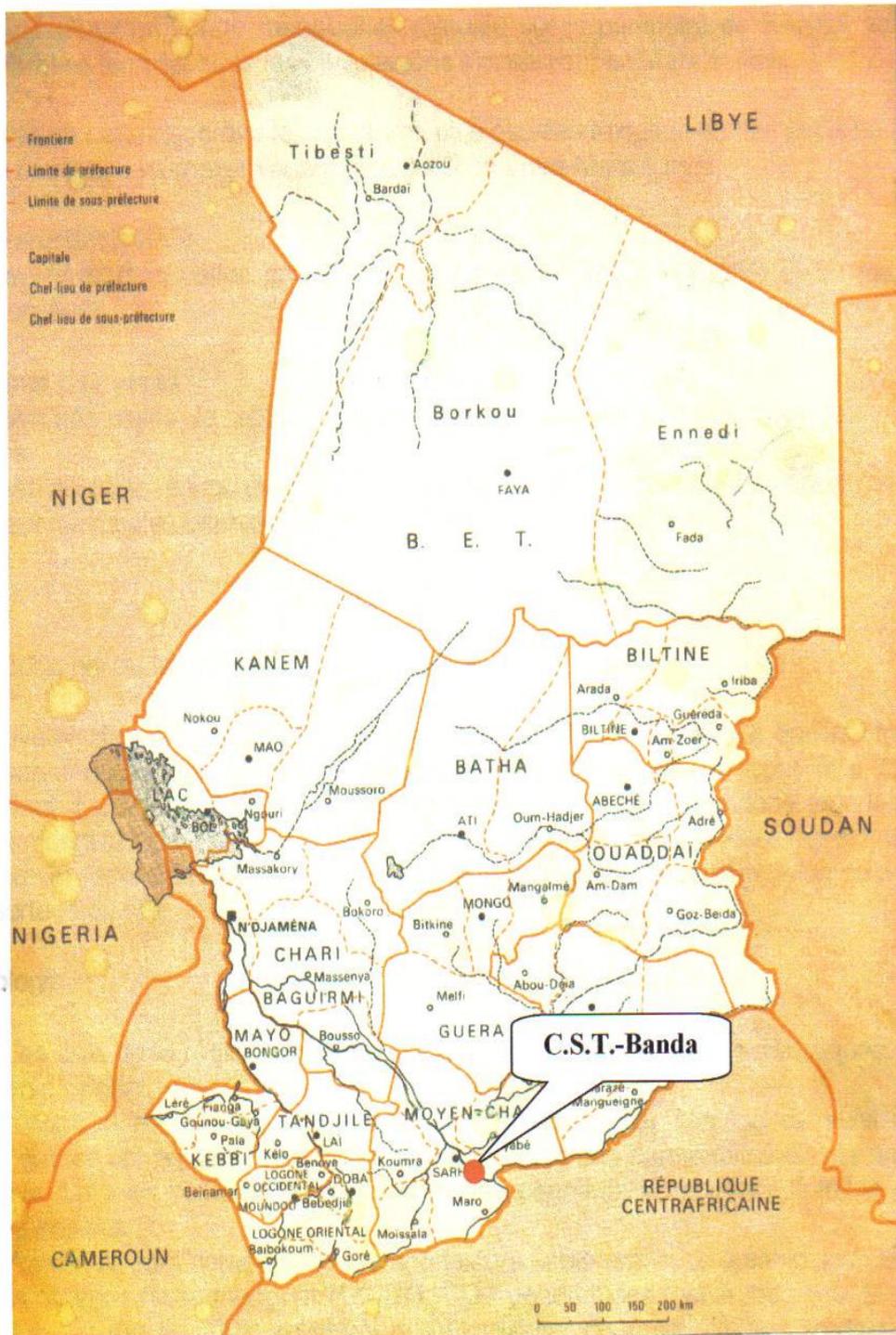
## **I.2.2 PRESENTATION DE BANDA**

### **a- Situation géographique et administrative par rapport au Tchad**

Le Tchad, pays d'Afrique centrale couvre une superficie de 1.284.000 Km<sup>2</sup>. Il est situé entre le

La CST est implantée à Banda, localité située à 25 km au sud de Sarh dans le département du Bahr Koh et sur la rive gauche du fleuve Chari au Sud-Est du Tchad. Elle se situe entre le 9°08 Nord et 18°23 Est et à une altitude moyenne de 365 m. Rappelons que Banda est un canton de la sous préfecture rurale de Sarh.

Titre de la carte : Localisation de Banda CST



## **I.2. LE MILIEU PHYSIQUE**

### **I.2.1. LE CLIMAT**

Le climat du sud du Tchad est du type soudanien marqué par deux saisons dont l'une sèche plus longue allant de Novembre à Avril et l'autre pluvieuse plus courte allant de Mai à octobre. La pluviométrie annuelle varie entre 648,7 mm et 1393,9 mm entre 1978 et 2005. La pluviométrie mensuelle maximale (402,4 mm) est obtenue en juillet 1998.

L'évaporation annuelle varie entre 1859 mm et 2140 mm entre 1988 et 2005.

L'humidité de l'air à Banda est maximale en Août (82) et minimale en Février (33). Les températures moyennes mensuelles sont de l'ordre de 13,8 et 37,9 pour les maximales. Les températures les plus faibles sont observées entre les mois de novembre et janvier avec des valeurs moyennes mensuelles sous abri allant de 13,8 à 20°C. Quant aux plus élevées elles sont observées entre les mois de mars et avril avec des valeurs moyennes mensuelles allant de 37,5 à 37,9°C.

### **I.2.2. LES SOLS**

L'analyse pédologique du périmètre de Banda réalisée par Raunet (1972) a montré une dominance des sols hydromorphes à pseudogley argileux, des sols hydromorphes à Gley d'ensemble, des sols hydromorphes à pseudogley et recouvrement limoneux, des sols ferrugineux tropicaux lessivés hydromorphes et des sols hydromorphes gris sableux.

Raunet différencie quatre horizons de sols : A1, A2, B1 et B2. Or, la canne à sucre supporte un PH compris entre 4 et 10 avec l'optimal de 5,5 à 8 (mémento de l'agronome, 2002). La densité apparente moyenne des sols est de 1,57 sur les deux premiers horizons et de 1,73 sur les deux derniers.

### **I.2.3. LA VEGETATION ET LA FAUNE**

La végétation de la zone de Banda est caractéristique de son climat à travers la forte pluviométrie qui y est observée. Elle est constituée d'une savane à *vitellaria paradoxa*, *kaya senegalensis*, *terminalia sp.*, *parkia biglobosa*, *tamarindus indica*, *hymenocardia acida*. Quant au tapis herbacé il est constitué essentiellement de rotbelia et des cypéracées.

La faune est constituée des sangliers, des gazelles, de singes etc. Mais elle subit les effets anthropiques dus aux travaux de la CST. Ce qui a pour conséquence un dépeuplement avec la disparition de certaines espèces au profit d'autres comme les oiseaux, lézards, petits rongeurs et reptiles.

#### **I.2.4. LE REGIME HYDROGRAPHIQUE**

Le régime hydrographique est constitué des fleuves et des cours d'eau : le Chari, le Bahr-Kô. Le Chari prend sa source dans l'Oubangui en République Centrafricaine. Il se joint au Bahr-Kô pour alimenter à leur tour le Lac Tchad. On y trouve aussi les puits traditionnels et des forages modernes.

#### **I.2.5. LE MILIEU HUMAIN**

##### **a. La population**

La zone de Banda est peuplée essentiellement des Sara-kaba, Ngaman, Sara, Gor, Goulai et Mbai. Mais avec les activités de la SONASUT dans le passé et, actuellement, de la CST, on observe une migration des populations originaires des autres provinces du pays notamment celles du Mayo Boney (ex Mayo Keby) venue à la quête de l'emploi.

#### **I.3.2. LES ACTIVITES SOCIO ECONOMIQUES**

Banda est une localité à dominance agricole. L'élevage et la pêche restent une activité secondaire. La population de Banda vit essentiellement de la culture pluviale pendant l'hivernage. Mais pendant la saison sèche, elle pratique le maraîchage grâce à l'eau du fleuve Chari et des puits environnants. On y cultive le mil, le maïs, le petit mil, le sorgho, l'arachide, le manioc, la tomate, l'oignon et la patate etc.

Ces produits sont écoulés au niveau des marchés locaux et environnants. A la fin de la saison des pluies on remarque une arrivée importante des jeunes des villages environnants en quête des travaux saisonniers. Mais seulement une petite partie infime est effectivement recrutée.

#### **I.3.3. LES INFRASTRUCTURES**

Les infrastructures rencontrées dans la zone de Banda sont des marchés, des écoles, des centres de santé, des lieux de cultes( mosquée, églises), des voies de communication telles que les pistes rurales avec des ouvrages de franchissement, des points d'eau aménagés. Toutes ces infrastructures sont réalisées par l'Etat, les projets de développement ou par certaines ONG.

Nous avons dans le but de réaliser le diagnostic, fait plusieurs descentes sur le terrain. Ces visites nous ont permis de faire des observations sur l'état du réseau de drainage, de voir l'état des cultures inondées, d'estimer le temps de ressuyage des différents pivots, de faire des relevés du niveau de la nappe à travers les piézomètres préalablement installés à différents endroits grâce à la sonde électrique.

Les visites de terrain du 10 Août au 20 Septembre 2006 ont permis de déceler ce qui suit sur les différents périmètres :

Périmètre I :

#### Collecteur I

Au niveau de ce collecteur qui draine les eaux des pivots 1, 6 et 9, on a observé des enherbements des berges et du radier ainsi que des éboulements par endroits freinant la vitesse d'écoulement de l'eau vers l'émissaire. Des essais de débits avant et après les pluies ont permis de conclure que l'eau coule mais à faible vitesse donc faible débit dans le collecteur. Les relevés piézométriques sur les pivots concernés ont montré une descente régulière de la nappe depuis que la fréquence des pluies a diminué.

Photo2 : stagnation des eaux des collecteurs



#### Collecteur II

A ce niveau, nous avons observé des éboulements légers entre le pivot 1 et 2, puis entre le pivot 4 et 5. Toutefois, l'eau coule avec un débit de 1,7 m<sup>3</sup>/s.

#### Collecteur III

Nous avons décelé des enherbements du collecteur freinant la vitesse d'écoulement de l'eau.

#### Collecteur IV

Au collecteur 4b, entre le pivot 8 et 11 il y a une obstruction de l'ouvrage, toutefois l'écoulement se fait vers le fleuve chari.

#### Collecteur V

A ce niveau nous avons observé un enherbement accentué et un envasement du collecteur empêchant l'écoulement normal de l'eau.

#### Collecteur VI

Au niveau de ce collecteur on a observé des éboulements par endroits occasionnés par les eaux ruisselantes venant des champs environnants. A la sortie de la piste AB du pivot 15, il

n'y a pas de continuité pour le drain qui doit se jeter dans le collecteur. Il faudrait donc à ce niveau un ouvrage buse pour permettre le bon passage des engins. L'écoulement se fait normalement dans ce collecteur.

Photo 3 : Zone nécessitant une buse



En somme au niveau du périmètre I, des travaux de sarclage des collecteurs et des drains pistes centrales et secondaires doivent être effectués. Aussi des collecteurs doivent être curés, car les éboulements réguliers à ce niveau bloquent le passage de l'eau. Le curage doit concerner aussi les ouvrages de franchissement avec la précaution de ne provoquer la contre pente. On a noté l'instabilité des collecteurs qui est dû à leurs formes rectangulaires. Ces collecteurs sont également sous-dimensionnés. La forme trapézoïdale serait un atout de stabilité afin d'éviter les phénomènes incessants d'éboulement. Il faut également noter que les berges de ces canaux principaux demandent de protection. Enfin il y a nécessité de protéger les collecteurs des eaux extérieures par la conception des diguettes tout le long des collecteurs.

## **Périmètre II**

Au niveau de ce collecteur, des travaux de sarclages doivent être effectués afin de permettre l'écoulement sans peine de l'eau. Il y a des éboulements et d'envasement dans ce collecteur surtout entre le pivot 28 et G27 se traduisant par une vitesse d'écoulement faible de l'eau.

En somme le réseau de drainage des eaux nécessite des entretiens notamment des sarclages, des curages. Le renforcement de la capacité du réseau par la création de nouveaux collecteurs, notamment entre le pivot 19 et 33 puis entre le pivot 31 et 28.

Photo 4 : le collecteur 6 recevant les eaux sauvages



### **IV.3. CAUSES DES EXCES D'EAU SUR LE PERIMETRE**

Avant de poser le diagnostic du réseau, il est normal de chercher l'origine de ces excès d'eau dans les champs de canne à sucre. La première cause apparente est l'inondation par les eaux de pluie. Comparativement à l'année précédente, le cumul pluviométrique de cette année est exceptionnel atteignant déjà 1270 mm. L'intensité pluviométrique dépasse la capacité d'infiltration du sol, donc prolongeant le temps de ressuyage.

La limitation de l'infiltration profonde de l'eau de pluie peut avoir diverses causes.

- L'existence d'un niveau ou couche imperméable qui à la suite de la réhumectation du sol bloque l'infiltration des pluies et crée une nappe perchée temporaire. Ce plancher imperméable peut être d'origine géologique ou pédogénétique. Nous avons sur le périmètre de la CST une hydromorphie des sols qui se traduit par une accumulation des eaux de pluie en surface.
- l'existence d'accidents cultureux (croûtes de battance, semelle de labour, voire tassement des horizons non travaillés) entraînant une stagnation superficielle de l'eau. Ces accidents sont dus à des travaux de préparation, de traitement ou de récolte effectuée en conditions trop humides.

### IV.3.1 LES ETUDES TECHNIQUES DE BASE

#### IV.3.1.1 ANALYSE DES PLUVIOMETRIES JOURNALIERES MAXIMALES

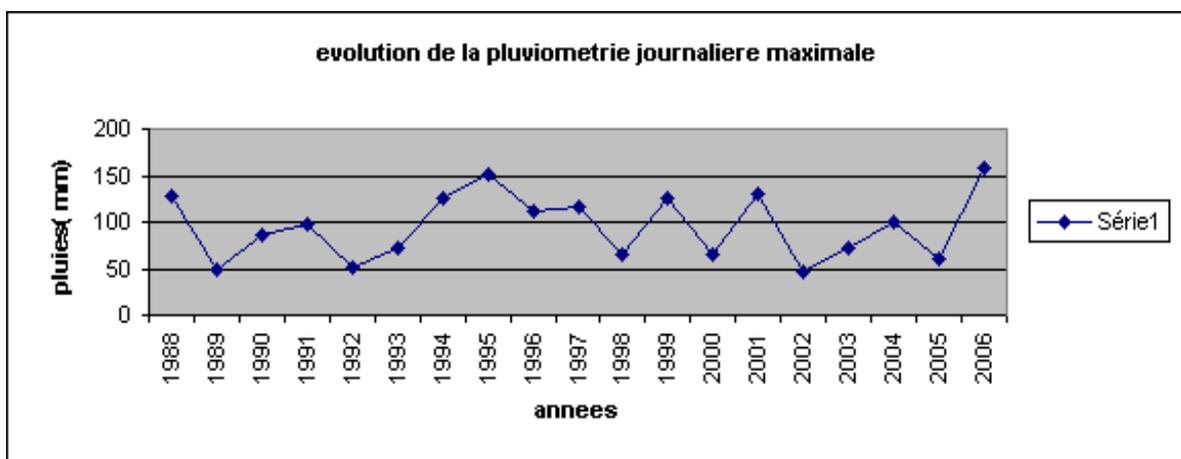
Le tableau suivant résume les pluies journalières maximales de 1988 à 2006.

Tableau 2 : pluies journalières maximales de 1988 à 2006

| années | Pluie jour max (mm) |
|--------|---------------------|
| 1988   | 128                 |
| 1989   | 50                  |
| 1990   | 85                  |
| 1991   | 98                  |
| 1992   | 51,5                |
| 1993   | 71                  |
| 1994   | 126                 |
| 1995   | 151                 |
| 1996   | 111                 |
| 1997   | 116                 |
| 1998   | 66                  |
| 1999   | 125                 |
| 2000   | 66                  |
| 2001   | 130                 |
| 2002   | 46                  |
| 2003   | 73                  |
| 2004   | 101                 |
| 2005   | 60                  |
| 2006   | 157,5               |

Le tableau des pluies journalières montre que les années 2006 et 1995 ont des jours les plus pluvieux.

Figure 2 :



En faisant le tri croissant de cette série constituée de 19 échantillons, on détermine les fréquences expérimentales de non-dépassement.

$$X_i \rightarrow F_i = \frac{i}{n+1}$$

Avec  $i$  le rang de l'échantillon après tri croissant et  $n$  le nombre de l'échantillon (19).

Tableau 3 : paramètres statistiques calculés

| Pluies journalières | fréquence expérimentale de non-dépassement | somme | moyenne | écart type |
|---------------------|--|-------|---------|------------|
| 46                  | 0,05                                       | 1812  | 95,368  | 35,2405477 |
| 50                  | 0,1  |       |         |            |
| 51,5                | 0,15                                       |       |         |            |
| 60                  | 0,2  |       |         |            |
| 66                  | 0,25                                       |       |         |            |
| 66                  | 0,3  |       |         |            |
| 71                  | 0,35                                       |       |         |            |
| 73                  | 0,4  |       |         |            |
| 85                  | 0,45                                       |       |         |            |
| 98                  | 0,5  |       |         |            |
| 101                 | 0,55                                       |       |         |            |
| 111                 | 0,6  |       |         |            |
| 116                 | 0,65                                       |       |         |            |
| 125                 | 0,7  |       |         |            |
| 126                 | 0,75                                       |       |         |            |
| 128                 | 0,8  |       |         |            |
| 130                 | 0,85                                       |       |         |            |
| 151                 | 0,9  |       |         |            |
| 157,5               | 0,95                                       |       |         |            |

Les deux années, 1995 et 2006 ont des fortes fréquences de non-dépassement. Ce qui correspond aux événements rares, c'est-à-dire des événements qui ont une faible probabilité d'occurrence et qui surviennent par conséquent de façon épisodique au cours du temps. Nous avons ici en 2006 une pluie décennale.

La durée de retour  $T$  est déterminée par :

$$T = \frac{1}{1-F}$$

avec  $F$  la fréquence de non-dépassement.

La pluviométrie journalière maximale de 1995 étant de 151 mm et ayant une fréquence de non-dépassement  $F=0,9$ , la durée de retour  $T$  de cette pluie est  $T = \frac{1}{1-0,9} = 10$  ans.

Nous venons d'enregistrer cette année 2006 une pluviométrie journalière maximale de 157,5 mm, ce qui corrobore bien avec la durée de retour de cette pluie exceptionnelle de 1995. Nous sommes donc en présence d'une pluie décennale humide, c'est-à-dire une pluie qui chaque année a seulement 10 % de chance d'être dépassée.

#### IV.3.1.2 ANALYSE DES PLUVIOMETRIES MENSUELLES MAXIMALES

Les données des pluviométries mensuelles maximales de 1978 à 2006 sont résumées dans le tableau ci après :

Tableau 4 : pluies mensuelles maximales obtenues depuis 1978.

| années | Pluies mensuelles maximales( mm) |
|--------|----------------------------------|
| 1978   | 271,6                            |
| 1979   | 332                              |
| 1980   | 243,5                            |
| 1981   | 179,6                            |
| 1982   | 229                              |
| 1983   | 230,5                            |
| 1984   | 168                              |
| 1985   | 214,8                            |
| 1986   | 265,6                            |
| 1987   | 316,1                            |
| 1988   | 286,9                            |
| 1989   | 256,6                            |
| 1990   | 307,6                            |
| 1991   | 209,7                            |
| 1992   | 272,6                            |
| 1993   | 240                              |
| 1994   | 297                              |
| 1995   | 352,7                            |
| 1996   | 264,7                            |
| 1997   | 250,1                            |
| 1998   | 402,4                            |
| 1999   | 358,6                            |
| 2000   | 246                              |
| 2001   | 301,4                            |
| 2002   | 184                              |
| 2003   | 250                              |
| 2004   | 263,2                            |
| 2005   | 307,1                            |
| 2006   | 551,5                            |

L'analyse des pluies mensuelles maximales révèle un maximum en 2006(551,5 mm) suivi de l'année 1998(402,4 mm).

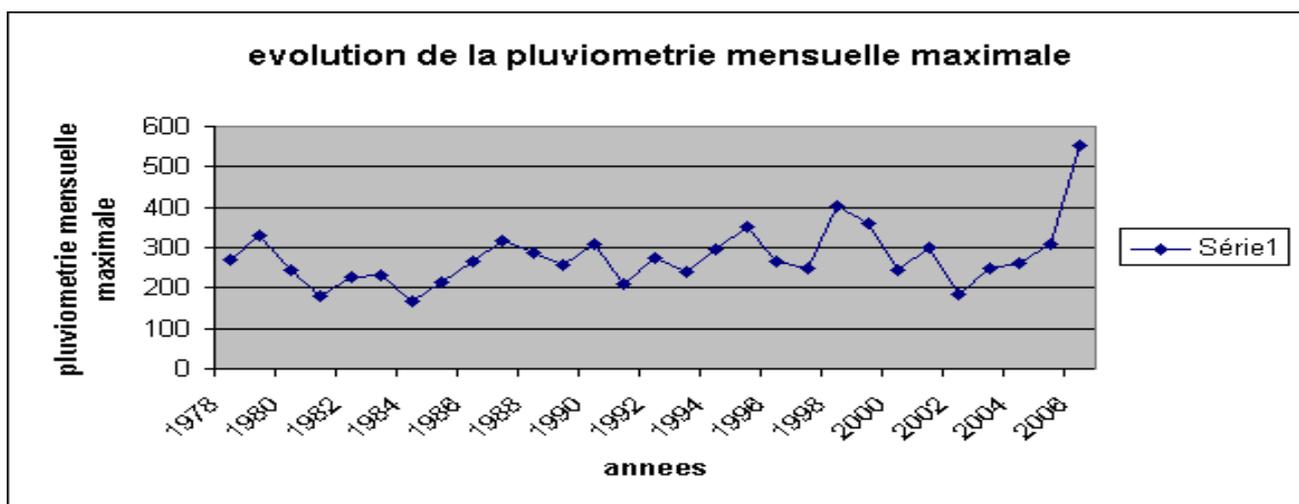


Figure 3 : évolution de la pluviométrie mensuelle maximale.

Faisons le tri croissant de cette série de 29 échantillons afin de déterminer leur fréquence de non-dépassement et les caractéristiques statistiques de la série.

| Pluies mensuelles maximales (mm) | Fréquences expérimentales non-dépassement |
|----------------------------------|---|
| 168                              | 0,033                                     |
| 179,6                            | 0,066                                     |
| 184                              | 0,1                                       |
| 209,7                            | 0,133                                     |
| 214,8                            | 0,166                                     |
| 229                              | 0,2                                       |
| 230,5                            | 0,233                                     |
| 240                              | 0,266                                     |
| 243,5                            | 0,3                                       |
| 246                              | 0,333                                     |
| 250,1                            | 0,366                                     |
| 250,5                            | 0,4                                       |
| 256,6                            | 0,433                                     |
| 263,2                            | 0,466                                     |
| 264,7                            | 0,5                                       |
| 265,6                            | 0,533                                     |
| 271,6                            | 0,566                                     |
| 272,6                            | 0,6                                       |
| 286,9                            | 0,633                                     |
| 297                              | 0,666                                     |
| 301,4                            | 0,7                                       |
| 307,1                            | 0,733                                     |
| 307,6                            | 0,766                                     |
| 316,1                            | 0,8                                       |
| 332                              | 0,833                                     |
| 352,7                            | 0,866                                     |
| 358,6                            | 0,9                                       |
| 402,4                            | 0,933                                     |

|       |       |
|-------|-------|
| 551,5 | 0,966 |
|-------|-------|

Le nombre d'échantillon  $n= 29$  et la fréquence expérimentale de non-dépassement est donnée par l'expression  $F= \frac{i}{n+1}$  avec  $i$  le rang de l'échantillon après le tri croissant.

Les fréquences expérimentales de non-dépassement les plus fortes sont celles de 1998(0,933) et 2006(0,966). Ce qui correspond aux événements rares avec de faible probabilité.

Déterminons le temps de retour  $T$  de cette pluie mensuelle maximale.

$$T= \frac{1}{1-F} \text{ avec } F= 0,966, T=29,41 \text{ ans}$$

#### **IV. 4. OBJECTIFS DU RESEAU DE DRAINAGE**

Le réseau de drainage de la CST a été conçu dans le souci d'évacuer les excès d'eau des parcelles vers le Chari à travers les drains des pistes centrales, les drains des pistes secondaires, les ceintures des pivots et les colatures. Pour atteindre les objectifs fixes, la société a mis en œuvre les moyens ci après :

Ce sont :

- 20 MOA pour évaser les drains, nettoyage fonds de buse, drainage des zones basses, sablage de bandes de roulement en saison sèche ;
- Une pelle hydraulique pour le curage ;
- une fossoyeuse pour la mis en place des tranchées ;
- une niveleuse
- une tractopelle parfois
- Environ 60 MOA pour drainer les eaux en saison des pluies
- Equipements topo : Leica, Niveaux (laser et d'ingénieur), un GPS garmin 60, un théodolite T100.

#### **IV.4.1 INVENTAIRE ET CARACTERISTIQUES DES OUVRAGES DU RESEAU DE DRAINAGE**

Les différents ouvrages du réseau sont consignés dans le tableau 5 ci après :

| Numéro des collecteurs | Longueur ( m ) | Nombre des ouvrages | Nombres des dalots | Nombre des ouvrages buses | Largeur ( m ) | Profondeur ( m ) | Section ( m <sup>2</sup> ) |
|------------------------|----------------|---------------------|--------------------|---------------------------|---------------|------------------|----------------------------|
| 1                      | 4105           | 2                   | 0                  | 2                         | 4,8           | 3                | 14,4                       |
| 2                      | 4340           | 14                  | 6                  | 8                         | 4             | 2,2              | 8,8                        |
| 3                      | 765            | 2                   | 2                  | 0                         | 4,6           | 1,5              | 6,9                        |
| 4                      | 4490           | 12                  | 0                  | 12                        | 4             | 2,3              | 9,2                        |
| 4 bis                  | 3230           | 8                   | 0                  | 8                         | 4             | 2,3              | 9,2                        |
| 5                      | 788            | 2                   | 0                  | 2                         | 3,7           | 1,5              | 5,55                       |
| 6                      | 3785           | 3                   | 0                  | 3                         | 4,2           | 3,6              | 15,12                      |
| Périphérique 1         | 5792           | 0                   | 0                  | 0                         | 4,5           | 2,8              | 12,6                       |
| 7                      | 4926           | 2                   | 2                  | 0                         | 2,7           | 2,1              | 5,67                       |
| 8                      | 4810           | 5                   | 2                  | 3                         | 4             | 2                | 8                          |
| 9                      | 3100           | 9                   | 2                  | 7                         | 3             | 2,6              | 7,8                        |
| 10                     | 3055           | 7                   | 2                  | 5                         | 4             | 3                | 12                         |
| 11                     | 2915           | 7                   | 2                  | 5                         | 4,6           | 2,6              | 11,96                      |
| 11 bis                 | 400            | 1                   | 1                  | 0                         | 4,6           | 2,6              | 11,96                      |
| 12                     | 2245           | 6                   | 0                  | 6                         | 4             | 3                | 12                         |
| 13                     | 705            | 2                   | 2                  | 0                         | 4             | 2,8              | 11,2                       |
| Périphérique 2         | 5350           | 2                   | 0                  | 2                         | 4,5           | 2,3              | 10,35                      |

Le réseau de drainage est un réseau par fosses à ciel ouvert. Il faut noter que ce type de drainage est ancien. L'eau est collectée par ruissellement et infiltration dans les fosses drainant de section rectangulaire des pistes centrales vers les drains des pistes secondaires, puis déversée dans les drains de ceinture, puis le collecteur est chargé de l'envoi vers l'émissaire le fleuve Chari. La pente des collecteurs est comprise entre 0,01 et 0,03 %. Il y a en tous 84 ouvrages de franchissement dont 21 dalots et 63 ouvrages en buse.

#### **IV.4.2 LES MOYENS HUMAINS ET MATERIELS DE L'ETUDE**

Pour mener à bien cette étude les différents moyens ci-dessous ont été mobilisés :  
 Comme moyens humains on a :  
 M. Abdelaziz Abdel Salam, l'encadreur, chef de service gestion de l'eau et aménagement ;  
 Mr Belém chef de section drainage ;  
 Mr. Alexi, topographe ;  
 Mr. Koina Gentil, guide et porte mire ;  
 L'élève stagiaire.

Dans le cadre de cette étude diagnostique, le matériel mis à notre disposition est :  
 Un ensemble de matériel topographique (niveau automatique, mire, double décimètre, jalons)  
 Un GPS portable  
 Une sonde piézométrique

Il faut noter le manque souvent de moyen de déplacement pour le chantier.

#### **IV.4.3 DISPOSITIF DE MESURE**

Le dispositif de mesure installé est constitué de :

- Un ensemble de pluviomètres installés sur les pivots et à l'usine ;
- Un réseau de piézomètre composé d'au minimum un piézomètre par pivot ;
- Un dispositif de mesure des tirants d'eau sur quelques collecteurs principaux ;
- Un dispositif de fosses pédologiques.

Sur chaque pivot nous avons un pluviomètre qui enregistre la quantité de pluie tombée sur cette zone. Ceci nous permet d'appréhender la variabilité de la pluviométrie dans le temps et dans l'espace. Aussi il y a la station centrale à l'usine.

Le réseau piézométrique de suivi de l'aquifère du périmètre est constitué de piézomètres en tuyau PVC de 3 m de profondeur et de 40 cm de diamètre. Ces piézomètres sont disposés au niveau de chaque pivot de telle sorte qu'on puisse avoir des informations sur le niveau de la nappe en amont, au centre et en aval de chaque aménagement.

Le dispositif de mesure des tirants d'eau est constitué d'un limnimètre installé au niveau des regards pour mesurer les hauteurs d'eau des collecteurs. Grâce à la méthode de flotteur le jaugeage est effectuée après chaque pluie. Ceci permet en fait de déceler des anomalies dans le fonctionnement du collecteur et partant des drains en fonction des pluviométries survenues.

Les fosses pédologiques sont effectuées au niveau des blocs des pivots avec comme objectif la détermination de la réserve utile RU du sol par la méthode de M. Raunet.

#### **IV.4.4 IMPACTS DES EXCES D'EAU DANS LE SOL**

Avant d'aborder les causes des excès d'eau et les techniques de correction, il est utile d'examiner en quoi les excès d'eau posent problème.

Les excès d'eau se manifestent au niveau de la plante par la réduction de la croissance suite à une faible de l'eau et des nutriments par les racines. La dégradation de la matière organique se fait selon l'équation suivante :



L'énergie est issue de l'oxydation des produits élaborés par photosynthèse.

Il faut noter que la teneur en oxygène de la zone racinaire est en Général plus faible que celle de l'air atmosphérique. A cet effet il faut un apport constant par diffusion moléculaire sous l'effet d'un gradient de pression partielle.

Lorsque le sol est saturé d'eau, la diffusion moléculaire de l'oxygène se fait dans la phase liquide (forme dissoute) à un rythme beaucoup plus faible entraînant la réduction de la teneur de cet important élément.

La réduction de la teneur en oxygène a pour conséquences :

- La limitation de la respiration racinaire ;
- la limitation de l'absorption d'eau ;
- la limitation de l'absorption de nutriment ;
- la production de l'alcool éthylique toxique dans la zone racinaire.

.Devant cette situation la plante est obligée d'adopter des transformations telles que l'adaptation morphologique suite à la limitation de la production d'éthanol et de son accumulation dans les racines. Aussi des adaptations morphologiques suite aux transferts internes d'oxygène mais qui n'est généralement pas suffisant sauf le cas du riz.

En plus la teneur faible de l'oxygène entraîne la modification de la biomasse, la production de l'acide ascétique, l'éthylène et le méthane (toxique).. Les organismes aérobies du sol disparaissent avec comme corollaire la réduction de la minéralisation de la matière organique donc des ressources pour la plante. L'excès d'eau entraîne également le tassement du sol et une croissance racinaire gênée.

Sur le plan agronomique, l'excès d'eau est une contrainte d'exploitation. Il entraîne le réchauffement printanier, le retard de la végétation d'où les pertes de rendement.

En résumé les excès d'eau sont des situations non souhaitables pour la plante car elle est source d'asphyxie et du ralentissement du métabolisme.

## IV.5. ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS

### IV.5.1. EVOLUTION DU NIVEAU DE LA NAPPE DANS LES DIFFERENTS PIVOTS

- **Périmètre II**

Au pivot 16 les mesures ont donne des Résultats suivants : bloc B

|                   |         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
|-------------------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Dates             | 6-02-06 | 28-02-06 | 28-03-06 | 12-04-06 | 20-04-06 | 26-04-06 | 22-05-06 | 30-05-06 | 07-06-06 | 13-08-06 | 21-08-06 | 29-08-06 | 05-09-06 | 11-09-06 | 18-09-06 | 28-09-06 | 04-10-06 |
| Niveau d'eau (cm) | -128    | -174     | -259     | -268     | -300     | -305     | -235     | -230     | -233     | -13      | -15      | -3       | +1       | -2       | -11      | -8       | -9       |

Les Résultats au niveau du bloc C des même pivots se résume comme suit :

|                   |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
|-------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Dates             | 06-02-06 | 20-04-06 | 26-04-06 | 22-05-06 | 30-05-06 | 07-06-06 | 13-08-06 | 21-08-06 | 29-08-06 | 05-09-06 | 11-09-06 | 18-09-06 | 28-09-06 | 04-10-06 |
| Niveau d'eau (cm) | -249     | -300     | -306     | -260     | -257     | -261     | -65      | -170     | -34      | -17      | -8       | -102     | -89      | -124     |

Nous remarquons une différence de niveau de la nappe au niveau des deux blocs du pivot 16. la nappe montre rapidement au niveau du bloc B pour l'inonder en date du 05 septembre alors qu'elle reste loin de la surface au bloc C. le bloc B est une zone basse par rapport au bloc C.

Situation du pivot 17 : bloc B

|                   |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
|-------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Dates             | 06-02-06 | 12-04-06 | 20-04-06 | 26-04-06 | 22-05-06 | 07-06-06 | 10-07-06 | 19-07-06 | 26-07-06 | 02-08-06 | 13-08-06 | 21-08-06 | 29-08-06 | 05-09-06 | 11-09-06 | 18-09-06 | 04-10-06 |
| Niveau d'eau (cm) | -140     | -75      | -85      | -97      | -259     | -256     | -189     | -180     | -140     | -149     | +4       | -11      | +8       | +12      | -12      | +4       | -17      |

Au bloc A nous avons les résultats ci après :

|                   |          |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |          |
|-------------------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|
| Dates             | 22-05-06 | 30-05 | 07-06 | 10-07 | 19-07 | 26-07 | 02-08 | 13-08 | 21-08 | 05-09 | 29-08 | 11-09 | 18-09 | 28-09 | 04-10-06 |
| Niveau d'eau (cm) | -85      | -80   | -84   | -145  | -125  | -100  | -125  | +6    | -22   | +14   | +9    | +29   | +3    | +2    | -11      |

Le bloc B présente une fluctuation de la nappe avec une remontée en surface causant l'inondation à partir 13 août. C'est en octobre que le niveau de l'eau passe en dessous de la surface. De manière comparative nous pouvons dire que la nappe est plus profond dans le bloc B. la vitesse de descente de la nappe est élevée sur le bloc B par rapport au bloc A . Elle est de 2,4 cm par jour pour le bloc B, alors qu'au bloc A elle est seulement de 1,8 cm par jour. Il faut remarque que le pivot 17 est plus inonde que le pivot 16.

Pivot 18 :

Bloc D

|                   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |          |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|
| Dates             | 30-05 | 07-06 | 10-07 | 19-07 | 26-07 | 02-08 | 13-08 | 21-08 | 29-08 | 05-09 | 11-09 | 18-09 | 28-09 | 04-10-06 |
| Niveau d'eau (cm) | -220  | -235  | -245  | -233  | -192  | -199  | +17   | -5    | +18   | +22   | +17   | +8    | -9    | -23      |

Bloc C

|                   |          |       |       |       |       |       |       |       |       |       |          |
|-------------------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|
| Dates             | 19-07-06 | 26-07 | 02-08 | 13-08 | 21-08 | 29-09 | 05-09 | 11-09 | 18-09 | 28-09 | 04-10-06 |
| Niveau d'eau (cm) | -240     | -200  | -212  | -97   | -157  | -38   | -32   | -37   | -60   | -73   | -90      |

Il y a une différence de niveau topographique entre les deux blocs. Le bloc C est plus élevé que le bloc D. nous avons eu une inondation dans ce dernier bloc et l'eau s'infiltré difficilement. La vitesse de descente de la nappe est faible sur ce bloc.

Pivot 19 :

Bloc D

|                   |          |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |          |
|-------------------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|
| Dates             | 06-02-06 | 28-02 | 28-03 | 12-04 | 26-04 | 22-05 | 30-05 | 07-06 | 10-07 | 19-07 | 26-07 | 02-08 | 13-08 | 21-08 | 29-08 | 05-09 | 18-09 | 28-09 | 04-10-06 |
| Niveau d'eau (cm) | -140     | -177  | -273  | -282  | -294  | -260  | -265  | -275  | -110  | -44   | -20   | -48   | +14   | -16   | +15   | +20   | -16   | -13   | -28      |

Bloc A :

|                   |          |       |       |       |       |       |       |          |
|-------------------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|
| Dates             | 13-08-06 | 21-08 | 29-08 | 05-09 | 11-09 | 18-09 | 28-09 | 04-10-06 |
| Niveau d'eau (cm) | +7       | -1    | +10   | +11   | +5    | -7    | -10   | -22      |

L'inondation a eu lieu en date du 13 août dans les deux blocs. Mais il faut remarquer le niveau d'eau est élevé à la surface au niveau du bloc D. la vitesse de descente de la nappe est au contraire élevé dans le bloc D par rapport au bloc A.

Situation du pivot 20 :

Bloc A

|              |          |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |          |
|--------------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|
| Dates        | 06-02-06 | 28-02 | 20-04 | 22-05 | 31-05 | 07-06 | 08-07 | 26-07 | 03-08 | 13-08 | 21-08 | 28-08 | 04-09 | 11-09 | 18-09 | 27-09 | 04-10-06 |
| Niveau d'eau | -310     | -310  | -285  | -236  | -231  | -238  | -300  | -140  | -260  | -10   | -50   | 0     | -1    | 0     | -46   | -55   | -101     |

Bloc D :

|                   |          |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |          |
|-------------------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|
| Dates             | 06-02-06 | 28-02 | 20-04 | 22-05 | 31-05 | 07-06 | 03-08 | 13-08 | 21-08 | 04-09 | 11-09 | 18-09 | 27-09 | 04-10-06 |
| niveau d'eau (cm) | -239     | -260  | -310  | -312  | -306  | -310  | -288  | -5    | -17   | -4    | -2    | -34   | -43   |          |

La nappe monte beaucoup plus vite au niveau du bloc A par rapport au bloc D. Entre le 21 août et le 28 août nous avons une montée de la nappe de -50 à 0 dans le bloc A c'est-à-dire 50 cm, tandis qu'elle passe de -17 à -3 sur le bloc D donc une migration de 14 cm.

La nappe du pivot 20 est moins influencée par les eaux que les précédents pivots. Le pivot 17 est plus inonde que les pivots 16, 18,19 et 20.

Situation du goutte à goutte 21 :

Les mesures piézoélectriques sur cette parcelle ont donne les résultats ci après selon les blocs : Bloc A

|                   |          |       |       |       |       |       |       |       |       |       |          |
|-------------------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|
| Dates             | 19-07-06 | 26-07 | 03-08 | 13-08 | 21-08 | 28-08 | 04-09 | 11-09 | 18-09 | 27-09 | 04-10-06 |
| Niveau d'eau (cm) | -244     | -148  | -270  | -140  | -150  | +15   | +16   | +15   | +12   | +12   | +8       |

Bloc D :

|                   |          |       |       |       |       |       |       |       |       |       |          |
|-------------------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|
| Dates             | 19-07-06 | 26-07 | 03-08 | 13-08 | 21-08 | 28-08 | 04-09 | 11-09 | 18-09 | 27-09 | 04-10-06 |
| Niveau d'eau (cm) | -236     | -129  | -257  | -120  | -132  | -16   | -12   | -12   | -55   | -60   | -77      |

Nous remarquons que la nappe a monté très rapidement du 21 août au 4 octobre sur le bloc A passant de -150 à +8, alors qu'au niveau du bloc D il passe de -132 à -77. Cette situation s'est traduite par une inondation sur ce bloc.

Situation du pivot 22

Les relevés ont donné les niveaux suivants : bloc B

|                   |          |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |          |
|-------------------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|
| Dates             | 22-05-06 | 31-05 | 07-06 | 08-07 | 19-07 | 26-07 | 13-08 | 21-08 | 28-08 | 04-09 | 11-09 | 18-09 | 27-09 | 04-10-06 |
| Niveau d'eau (cm) | -46      | -44   | -51   | -156  | -72   | -55   | +3    | -23   | +7    | +7    | +8    | -1    | -6    | -22      |

Bloc D :

|                   |          |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |          |
|-------------------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|
| Dates             | 22-05-06 | 31-05 | 07-06 | 19-07 | 26-07 | 13-08 | 21-08 | 28-08 | 04-09 | 11-09 | 18-09 | 27-09 | 04-10-06 |
| Niveau d'eau (cm) | -247     | -242  | -251  | -220  | -92   | -27   | -73   | -3    | -3    | -3    | -34   | -36   | -62      |

Nous assistons ici à une montée de la nappe pendant cette période, mais qui n'atteint pas la surface sur le bloc D contrairement au bloc B.

Situation du pivot 23

Bloc A :

|                   |          |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |          |
|-------------------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|
| Dates             | 22-05-06 | 31-05 | 07-06 | 08-07 | 19-07 | 26-07 | 03-08 | 13-08 | 21-08 | 28-08 | 04-09 | 11-09 | 18-09 | 27-09 | 04-10-06 |
| Niveau d'eau (cm) | -149     | -146  | -152  | -105  | -38   | -21   | -148  | -18   | +34   | +5    | +7    | +9    | -24   | -29   | -44      |

Bloc B :

|                   |          |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |          |
|-------------------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|
| Dates             | 22-05-06 | 31-05 | 07-06 | 08-07 | 19-07 | 26-07 | 03-08 | 13-08 | 21-08 | 28-08 | 04-09 | 11-09 | 18-09 | 27-09 | 04-10-06 |
| Niveau d'eau (cm) | -150     | -148  | -152  | -197  | -130  | -64   | -249  | -15   | -30   | +23   | +24   | +27   | +2    | +2    | -14      |

Nous remarquons que le bloc B contient beaucoup d'eau par rapport au bloc A. la vitesse de descente de la nappe est sensiblement la même pour les deux blocs. Toutefois on note une inondation accentuée en date du 21 août dans le bloc A.

Situation du pivot 24

|                   |          |       |       |       |       |       |       |          |        |
|-------------------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|--------|
| Dates             | 13-08-06 | 21-08 | 28-08 | 04-09 | 11-09 | 18-09 | 27-09 | 04-10-06 |        |
| Niveau d'eau (cm) | -25      | -31   | -16   | -36   | -14   | -44   | -49   | -65      | Bloc A |
|                   | -19      | -28   | -10   | -13   | -9    | -37   | -40   | -30      | Bloc D |

Nous remarquons ici donc que le niveau de la nappe est plus bas au bloc A par rapport au bloc D. la vitesse de descente de la nappe est sensiblement égale. Il n'y a pas d'inondation sur ce pivot, la nappe monte suite à des grandes précipitations mais reste en profondeur.

Situation du pivot 25 :

|                   |          |       |       |       |       |       |       |          |        |
|-------------------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|--------|
| Dates             | 14-08-06 | 22-08 | 28-08 | 03-09 | 10-09 | 16-09 | 26-09 | 03-10-06 |        |
| Niveau d'eau (cm) | -152     | -153  | -28   | -9    | -35   | -73   | -115  | -160     | Bloc A |
|                   | -156     | -140  | -25   | -26   | -65   | -105  | -148  | -170     | Bloc C |

Nous remarquons de manière globale au niveau de ce pivot que la nappe n'est pas remontée en surface bien qu'évoluant pendant les périodes de grandes pluies.

Situation du pivot 26 :

|                   |          |       |       |       |       |       |       |          |        |
|-------------------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|--------|
| Dates             | 14-08-06 | 22-08 | 28-08 | 03-09 | 10-09 | 16-09 | 26-09 | 03-10-06 |        |
| Niveau d'eau (cm) | -99      | -133  | -52   | -50   | -90   | -115  | -139  | -152     | Bloc A |
|                   | -112     | -115  | -37   | -31   | -51   | -93   | -123  | -146     | Bloc C |

Dans ce pivot également, la nappe reste en profondeur malgré les fortes pluies.

C'est une zone élevée.

Situation du pivot 27 et 28

|                  |          |       |       |       |       |       |       |          |        |                 |
|------------------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|--------|-----------------|
| Dates            | 14-08-06 | 22-08 | 28-08 | 03-09 | 10-09 | 16-09 | 26-09 | 03-10-06 |        |                 |
| Niveau d'eau(cm) | -70      | -64   | -17   | -25   | -69   | -97   | -114  | -129     | Bloc B | <b>Pivot 27</b> |
|                  | -95      | -103  | -65   | -65   | -111  | -138  | -178  | -190     | Bloc C |                 |
|                  | -108     | -114  | -64   | -30   | -70   | -95   | -106  | -118     | Bloc B | <b>Pivot 28</b> |
|                  | -107     | -121  | -86   | -76   | -113  | -115  | -138  | -143     | Bloc C |                 |

Les pivots 27 et 28 n'ont pas connu de problème d'inondation. La nappe reste en profondeur. Les blocs C des deux pivots évoluent de la même manière et sont des zones élevées et de bonne capacité d'infiltration.

Situation des pivots 29 et 30

| Dates             | 14-08-06 | 22-08 | 28-08 | 03-09 | 10-09 | 16-09 | 26-09 | 03-10-06 |        |              |
|-------------------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|--------|--------------|
| Niveau d'eau (cm) | -34      | -35   | -6    | -6    | -15   | -45   | -51   | -55      | Bloc A | <b>Pivot</b> |
|                   | -84      | -65   | -5    | -5    | -8    | -47   | -61   | -66      | Bloc C | <b>29</b>    |
|                   | -8       | -3    | +4    | +4    | 0     | -17   | -2    | -4       | Bloc A | <b>Pivot</b> |
|                   | -11      | -7    | +5    | +3    | +2    | -28   | -13   | -13      | Bloc D | <b>30</b>    |

Nous remarquons le pivot 29 ne présente pas d'inondation contrairement au pivot 30 qui à partir du 28 août jusqu'au 10 septembre s'est inondé sur tous ses deux blocs.

Situation des pivots 31 et 32.

| Dates             | 14-08-06 | 22-08 | 28-08 | 03-09 | 10-09 | 16-09 | 26-09 | 03-10-06 |        |              |
|-------------------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|--------|--------------|
| Niveau d'eau (cm) | -22      | -49   | -13   | -12   | -13   | -23   | -19   | -17      | Bloc B | <b>Pivot</b> |
|                   | -55      | -82   | -48   | -8    | -28   | -138  | -155  | -164     | Bloc C | <b>31</b>    |
|                   | -50      | -76   | -4    | -12   | +2    | -24   | -3    | -29      | Bloc B | <b>Pivot</b> |
|                   | -79      | -92   | -29   | -1    | -7    | -49   | -25   | 0        | Bloc C | <b>32</b>    |

Les résultats montrent que la nappe est plus élevée au pivot 32 qu'au pivot 31. nous avons assiste à une montée en surface en septembre sur le bloc B du pivot 32.

Situation du pivot 33 : bloc A

| Dates             | 06-02-06 | 20-04 | 22-05 | 07-06 | 10-07 | 26-07 | 02-08 | 21-08 | 29-08 | 05-09 | 11-09 | 28-09 | 04-10-06 |
|-------------------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|
| Niveau d'eau (cm) | -        | -     | -     | -     | -     | -85   | -     | -47   | -5    | +6    | 0     | -7    | -16      |

S'agissant du bloc A du pivot 33 la nappe qui était en profondeur a connu une montée fulgurante en août pour l'inonder en septembre. Toutefois nous assistons déjà en fin septembre à une descente du niveau de la nappe.

Bloc C :

|                  |          |       |       |       |       |       |       |       |       |       |          |
|------------------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|
| Dates            | 22-05-06 | 07-06 | 10-07 | 26-07 | 02-08 | 21-08 | 29-08 | 05-09 | 18-09 | 28-09 | 04-10-06 |
| Niveau d'eau(cm) | -235     | -233  | -157  | -87   | -107  | -56   | -13   | -2    | -19   | -15   | -31      |

Nous constatons que le niveau de la nappe est plus élevé au bloc A se traduisant par une inondation. Les vitesses de descente de la nappe sont sensiblement les mêmes.

Globalement au niveau du périmètre II, les zones inondées sont les pivots 16, 17, 18, 19, GAG 21, pivots 32, et 33.

• **Situation du périmètre I.**

Les relevés ont donné les résultats consignés dans le tableau ci après :

| pivots   | 1   |     | 2   |     | 3   |     | 4   |     | 5   |     | 6   |     | 7 |  |
|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|--|
|          | A   | A   | A   | C   | C   | D   | B   | C   | A   | D   | B   | C   |   |  |
| 24-08    | -8  | +6  | +13 | +27 | -4  | +5  | -9  | +13 | -3  | +1  | +1  | -5  |   |  |
| 30-08    | -3  | +5  | +5  | +19 | -13 | +1  | -14 | 0   | -13 | -17 | -3  | -4  |   |  |
| 06-09    | -14 | +4  | +4  | +23 | -11 | +2  | -11 | +1  | -11 | -7  | 0   | 0   |   |  |
| 12-09    | -16 | +4  | +1  | +19 | -16 | 0   | -11 | 0   | -9  | +1  | -3  | +2  |   |  |
| 21-09    | -10 | +6  | +6  | +26 | -6  | +1  | -9  | +9  | -21 | +1  | +2  | +2  |   |  |
| 29-09    | -40 | -4  | 0   | +11 | +3  | -54 | -17 | -8  | -26 | -41 | -9  | -12 |   |  |
| 05-10-06 | -37 | -28 | 0   | +13 | -39 | -6  | -28 | -12 | -28 | -36 | -10 | -38 |   |  |

| Pivots   | 8  |    | 9  |    | 10  |     | 11 |    | 12 |    | 13 |    | 14  |    | 15 |    |
|----------|----|----|----|----|-----|-----|----|----|----|----|----|----|-----|----|----|----|
|          | A  | B  | A  | D  | B   | C   | A  | D  | B  | C  | B  | C  | B   | C  | A  | C  |
| 24-08    | -5 | -7 | -  | -  | +19 | -57 | +1 | +7 | -  | -4 | -  | -5 | +16 | -  | -  | -4 |
|          |    |    | 35 | 13 |     |     |    |    | 14 |    | 23 |    |     | 13 | 50 |    |
| 30-08    | -9 | -5 | -  | -  | +18 | -66 | -8 | +4 | -  | 20 | -3 | -5 | +4  | -1 | -  | -5 |
|          |    |    | 33 | 18 |     |     |    |    | 27 |    |    |    |     |    | 53 |    |
| 08-09    | -8 | +1 | -  | -  | +19 | -52 | -2 | +7 | -  | -8 | -2 | -4 | +9  | +5 | -  | -1 |
|          |    |    | 31 | 16 |     |     |    |    | 15 |    |    |    |     |    | 46 |    |
| 13-09    | -  | -4 | -  | -  | +17 | -65 | -9 | +4 | -  | -  | -3 | -5 | +4  | 0  | -  | -5 |
|          | 11 |    | 34 | 19 |     |     |    |    | 27 | 19 |    |    |     |    | 56 |    |
| 22-09    | -5 | -2 | -  | -  | +21 | -38 | -1 | +7 | -  | -2 | -3 | -5 | -1  | +4 | -  | -2 |
|          |    |    | 30 | 14 |     |     |    |    | 12 |    |    |    |     |    | 39 |    |
| 30-09    | -  | -  | -  | -  | +16 | -77 | -  | +2 | -  | -  | -6 | -8 | -5  | -  | -  | -  |
|          | 15 | 10 | 55 | 39 |     |     | 11 |    | 28 | 29 |    |    |     | 10 | 60 | 11 |
| 06-10-06 | -  | -  | -  | -  | +3  | -   | -  | -6 | -  | -  | -  | -  | -29 | -  | -  | -  |
|          | 25 | 25 | 65 | 49 |     | 101 | 20 |    | 58 | 49 | 16 | 18 |     | 18 | 90 | 33 |

Nous remarquons au niveau du périmètre I que la nappe a monté en surface dans les pivots suivants : Pivots 2, 3,14 de manière générale et les pivots 4(bloc D), pivot 5(bloc C), pivot 10(bloc B), pivot 11(bloc D).

Etant donné que l'intensité de la pluie est plus forte que la capacité d'infiltration du sol et que le stock d'eau du sol a atteint sa valeur maximale, les excédents de pluies vont vers d'autres destinations qui sont :

- Le ruissellement de surface ;
- L'infiltration ou écoulement souterrain.

Le ruissellement de surface est dû à une restitution d'eau souterraine qui émerge et s'écoule à la surface du sol. Cette part de ruissellement est appelée ruissellement retardé.

La propagation verticale de l'eau vers les tranches de sol plus profondes et vers la nappe est appelée infiltration. L'arrivée d'eau à la nappe se produit d'une manière différée par rapport à la pluie. Dans les zones à climat sec et où la nappe est assez profonde, ce décalage peut atteindre quelques mois.

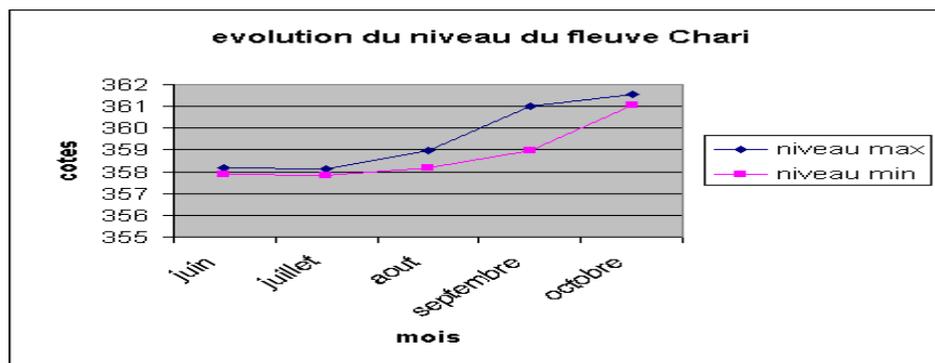
### La nappe phréatique

La hauteur de la nappe phréatique d'un sol, c'est-à-dire la zone à partir de laquelle le sol est saturé d'eau, varie avec la saison. Sur le périmètre de la CST, elle est plus près de la surface voire surmonter la surface pendant la saison des pluies (valeurs positives des hauteurs d'eau). Cette montée fait suite à des infiltrations des eaux de grosses pluies et au ruissellement retardé alimentant la nappe.

### IV.5.2 ANALYSE DE L'EVOLUTION DE LA NAPPE PAR RAPPORT AU CHARI

Etudions le niveau du Chari par rapport aux niveaux de la nappe sur chaque pivot. Choisissons surtout les pivots qui sont inondés pendant la saison pour déterminer les causes probables de cette inondation.

Le niveau maximal et minimal du Chari au courant de l'année a évolué de la manière suivante :



Evolution de la nappe du périmètre I par rapport au niveau du Chari.

Les données des années précédentes ont permis de conclure que l'eau coule des périmètres vers le chari.

## **V. PROPOSITIONS DES CONDITIONS D'AMELIORATION**

Pour une meilleure perspective de drainage à la CST il faut des dispositifs suivants :

- Une niveleuse disponible pour le drainage au moins 6 mois en saison sèche.

Cette machine permettra de combler les zones basses, de rétablir les pentes pour bien se préparer à la saison des pluies ;

- une pelle hydraulique disponible pour le drainage au moins 6 mois en saison sèche.

La disponibilité de la pelle hydraulique est un atout pour les travaux de curage des collecteurs et aussi pour d'autres tranchées ;

- la réhabilitation des ouvrages sous dimensionnés ;

les ouvrages sous dimensionnés tels que les ouvrages de franchissement et les collecteurs doivent être réhabilités . Il faut noter les ouvrages de franchissement tels que les buses freinent les écoulements. Le sous dimensionnement de ces ouvrages busés fait que le collecteur s'est transformé en bassin de rétention. Nous proposons la réhabilitation de ces ouvrages en buses. Il sera préférable de les remplacer par les dalots.

- La création de deux nouveaux collecteurs entre les pivots 19 /33, les pivots 31/28.

L'ajout des deux collecteurs permettra d'intercepter les eaux inondant cette partie du périmètre ;

- au moins 70 MOA à subdiviser en secteur pour le drainage ;
- la protection des berges des collecteurs.

Les berges des collecteurs nécessitent une protection pour minimiser les travaux d'entretien annuels coûteux pour la société. La protection des berges pourra s'échelonner dans le temps en commençant par les collecteurs peu stables où on remarque une érosion accélérée. Pour une meilleure stabilité des berges des collecteurs, nous proposons à la compagnie de modifier la forme des collecteurs. L'adoption de la forme trapézoïdale réduirait les travaux de curage.

S'agissant du niveau élevé de la nappe phréatique pendant la saison des pluies comme le fut le cas cette année, il serait préférable de rabaisser la nappe au moment opportun pour permettre le bon déroulement de la maturation et éviter le prolongement de la période de récolte. Pour cela nous proposons la construction de quelques forages sur les zones inondées afin de pomper la nappe pendant les périodes critiques (juillet, août, et septembre) dans le Chari. Ces forages vont donc secourir le réseau de drainage dans l'évacuation des eaux excédentaires, donc ne seront fonctionnels que pendant ces périodes.

Nous avons également comme causes de l'inondation ou de la multiplication des zones humides, l'écoulement hypodermique. Les eaux des pluies se déplacent des zones les plus élevées vers les zones basses. Cette migration se manifeste sur les pentes longitudinales, c'est-à-dire dans le sens de la longueur du champ. Ce phénomène est causé par les opérations culturales tels que le labour, le hersage, le sous-solage, le semis, etc. il faut aussi signaler la forte différence de perméabilité entre l'horizon de surface qui subit annuellement un travail primaire et celui de dessous.

Pour remédier à cela il faut chercher à augmenter la perméabilité du sol par l'enfouissement de la matière organique. Le comblement de ces zones de dépressions ou basses ne ferait que les déplacer dans le cas où on a à faire à des zones de résurgence.

## **CONCLUSION**

La mauvaise gestion de l'eau du sol est souvent la cause première des rendements insatisfaisants. Un égouttement efficace est essentiel à la valorisation de la fertilité du sol et ne peut être compensé par un supplément de fertilisation. L'avènement de la machinerie lourde a accru les risques de compactage qui se traduisent par la présence des nappes perchées qui sont très néfastes pour les plantes. Les récoltes tardives de plus en plus fréquentes nécessitent un égouttement de première classe.

L'étude diagnostique que nous avons menée sur les deux périmètres de la CST nous a permis de dégager quelques causes des inondations des parcelles et de proposer des conditions d'amélioration. Les fortes pluies enregistrées cette année et la modification des caractéristiques des sols suites aux travaux culturaux sont les causes premières. Le manque d'entretien du réseau de drainage par la non-disponibilité des machines adéquates telles que la pelle hydraulique, la niveleuse aux moments opportuns ne sont pas les moindres. Une équipe dynamique chargée des travaux de drainage et surtout de l'entretien du réseau doit être mis en place par la société. Cette équipe se chargera de veiller au fonctionnement efficace du réseau par des entretiens périodiques des ouvrages annexes : captages et avaloirs, visite et curage des regards, nettoyage des bouches de décharge et surveillance des exutoires. Aussi nous proposons à la société un travail de sous-solage pour détruire les semelles de labour qui ont modifié la capacité filtrante des sols occasionnant des stagnations des eaux. Enfin comme secours au réseau de drainage, un pompage de la nappe par l'intermédiaire d'un forage sera une alternative non négligeable.

## **BIBLIOGRAPHIE**

A. Mermoud 2006, techniques de drainage d'une nappe perchée

Babacar Dieng 2005, hydrogéologie et ouvrages de captage ; 79p.

M. GUINAUDEAU et P. GINESTE, Hydrométrie et Hydrologie statistique ; 140p.

M. Raunet 1972, étude pédologiques du périmètre de Banda.

M. SOUTER 2006, support de cours d'assainissement agricole

Michel PENEL et BENOIT LESAFFRE, réseau de drainage par canalisations enterrées : aspects généraux de la maîtrise des excès d'eau ; 22p.

Michel Vilain 1993, le sol : maîtrise de l'eau ; 204p.

Victor Savoie 2005, les principales causes d'un mauvais drainage de surface, diagnostic et corrections ; 12p.